

**METHOD FOR STARTING A MULTICYLINDER INTERNAL COMBUSTION ENGINE****Publication number:** WO03019003**Publication date:** 2003-03-06

**Inventor:** GAESSLER HERMANN (DE); DIEHL UDO (DE); MISCHKER KARSTEN (DE); WALTER RAINER (DE); ROSENAU BERND (DE); FRANZL STEFAN (FR); SCHIEMANN JUERGEN (DE); GROSSE CHRISTIAN (DE); BEUCHE VOLKER (DE); REIMER STEFAN (DE)

**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE); GAESSLER HERMANN (DE); DIEHL UDO (DE); MISCHKER KARSTEN (DE); WALTER RAINER (DE); ROSENAU BERND (DE); FRANZL STEFAN (FR); SCHIEMANN JUERGEN (DE); GROSSE CHRISTIAN (DE); BEUCHE VOLKER (DE); REIMER STEFAN (DE)

**Classification:**


**- International:** *F01L9/02; F01L9/04; F02N17/00; F01L9/00; F01L9/04; F02N17/00; (IPC1-7): F02N17/00*

**- European:** F01L9/02; F01L9/04; F02N17/00




**Application number:** WO2002DE02121 20020611

**Priority number(s):** DE20011040063 20010816

**Also published as:**

 DE10140063 (A1)

**Cited documents:**

 DE19850142  
 US5251590  
 JP2001159353

**Report a data error here**

**Abstract of WO03019003**

The invention relates to a method for starting a multicylinder internal combustion engine which is not provided with camshafts. The admission valves are opened directly after the first TDC has been reached, in order to allow the combustion air to be taken in. The carburation can be further improved during the intake stroke by controlling the valve lift of the admission valves according to the number of revolutions. The starting behaviour of the internal combustion engine can thus be further improved, in general, in relation to other methods.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
6. März 2003 (06.03.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 03/019003 A1(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02N 17/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/02121

(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. Juni 2002 (11.06.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
101 40 063.2 16. August 2001 (16.08.2001) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GAESSLER, Her-  
mann [DE/DE]; Im Hörnle 14, 71665 Vaihingen (DE).  
DIEHL, Udo [DE/DE]; Alte Stuttgarter Strasse 115,  
70195 Stuttgart (DE). MISCHKER, Karsten [DE/DE];Erwin-Schöttle-Strasse 22, 71229 Leonberg (DE). WAL-  
TER, Rainer [AT/DE]; Ludwig-Hofer-Strasse 2, 74385  
Pleidelsheim (DE). ROSENAU, Bernd [DE/DE]; Ul-  
mer Strasse 1, 71732 Tamm (DE). FRANZL, Stefan  
[DE/FR]; 126, rue de Stalingrad, 93700 Drancy (FR).  
SCHIEMANN, Jürgen [DE/DE]; Eichenweg 9, 71706  
Markgröningen (DE). GROSSE, Christian [DE/DE];  
Oststrasse 13, 70806 Kornwestheim (DE). BEUCHE,  
Volker [DE/DE]; Wiesbadener Strasse 37, 70372 Stuttgart  
(DE). REIMER, Stefan [DE/DE]; Lembergerweg 2,  
71706 Markgröningen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR STARTING A MULTICYLINDER INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM STARTEN EINER MEHRZYLINDERBRENNKRAFTMASCHINE

(57) Abstract: The invention relates to a method for starting a multicylinder internal combustion engine which is not provided with camshafts. The admission valves are opened directly after the first TDC has been reached, in order to allow the combustion air to be taken in. The carburation can be further improved during the intake stroke by controlling the valve lift of the admission valves according to the number of revolutions. The starting behaviour of the internal combustion engine can thus be further improved, in general, in relation to other methods.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Starten einer nockenwellenlosen Mehrzylinderbrennkraftmaschine vorgeschla-  
gen, bei dem die Einlassventile unmittelbar nach dem Erreichen des ersten OT geöffnet werden, um das Ansaugen von Verbrennungs-  
luft zu ermöglichen. Durch eine drehzahlabhängige Steuerung des Ventilhubes der Einlassventile kann die Gemischbildung während  
des Ansaugtakts weiter verbessert werden. Dadurch ergibt sich insgesamt ein gegenüber anderen Verfahren weiter verbessertes Start-  
verhalten der Brennkraftmaschine.

WO 03/019003 A1

WO 03/019003

PCT/DE02/02121

1

Verfahren zum Starten einer Mehrzylinderbrennkraftmaschine

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Starten einer Mehrzylinderbrennkraftmaschine. Bei Brennkraftmaschinen, die nach dem 4-Takt-Prinzip arbeiten, werden die Arbeitstakte Ansaugen, Verdichten, Arbeiten und Ausstoßen durch das Öffnen und Schließen der Ein- und Auslassventile gesteuert. Bei Mehrzylinderbrennkraftmaschinen nehmen, wegen des verbesserten Maschenausgleichs, mehrere Kolben die gleiche Stellung ein. Dies bedeutet, dass beispielsweise bei einem 4-Zylinder-Reihenmotor, die Zylinder 1 und 4 gleichzeitig in UT und in OT sind. Gleiches gilt für die Zylinder 2 und 3. Um einen runden Motorlauf zu erhalten, arbeiten die Zylinder 1 und 4 sowie 2 und 3 um 360° phasenverschoben.

Aus der DE 197 42 969 A1 ist ein Verfahren zum Starten einer nockenwellenlosen Mehrzylinderbrennkraftmaschine bekannt, bei welchem die Zylinder, deren Kolben sich in der gleichen Stellung befinden, ohne Phasenverschiebung nach dem ersten Durchgang des Kolbens durch den OT so angesteuert werden, dass ein Ansaugtakt durchlaufen wird. Dadurch wird gewährleistet, dass zum frühest möglichen Zeitpunkt nicht nur ein Zylinder sondern mehrere Zylinder gleichzeitig zünden, sodass ein schneller Drehzahlaufbau und somit ein verbessertes Startverhalten der Brennkraftmaschine erreicht wird.

WO 03/019003

PCT/DE02/02121

- 2 -

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, dieses Verfahren weiter zu verbessern, sodass ein noch schnellerer Drehmomentaufbau und ein weiter verbessertes Startverhalten der Brennkraftmaschine realisierbar wird.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Stellung der Kolben und die Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle erfasst wird, der Ventilhub und/oder die Steuerzeiten der Einlassventile in Abhängigkeit der Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle berechnet werden, die Einlassventile derjenigen Zylinder, deren Kolben sich im oberen Totpunkt befinden, geöffnet werden, die Einlassventile nach Beendigung des Ansaugtakts geschlossen werden, das Brennstoffluftgemisch nach der Beendigung des Verdichtungtakts gezündet wird und die Auslassventile nach Beendigung des Arbeittakts geöffnet werden.

#### Vorteile der Erfindung

Durch das erfindungsgemäße Verfahren, welches die Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle zur Berechnung eines optimalen Ventilhubs heranzieht, wird die Mischbildung während des Ansaugtakts verbessert, sodass ein besseres Startverhalten realisierbar ist. Wenn der Ventilhub gering ist, ist die Strömungsgeschwindigkeit der angesaugten Luft im Ansaugtakt höher, sodass eine bessere Verwirbelung und Vermischung mit dem Kraftstoff erfolgt. Dieser Effekt führt zu einer erhöhten Zündwilligkeit des Brennstoff-Luft-Gemisches. Da bei modernen Brennkraftmaschinen eine Erfassung der Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle ohnehin vorhanden ist, entstehen durch die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Starten der Brennkraftmaschine keine erheblichen Kosten.

In weiterer Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuerung der Einlassventile und der Auslassventile

WO 03/019003

PCT/DE02/02121

- 3 -

elektrohydraulisch erfolgt und/oder, dass zur Steuerung der Einlassventile und der Auslassventile auch der Druck im hydraulischen Teil der elektrohydraulischen Steuerung gesteuert wird. Durch diese Maßnahme kann die Steuerung der Einlass- und der Auslassventile abhängig von der Drehzahl der Kurbelwelle weiter verbessert werden. So kann beispielsweise durch eine Absenkung des Drucks die Steuerung kleinster Ventilhübe bei extrem geringen Drehgeschwindigkeiten der Kurbelwelle mit ausreichend großer Genauigkeit erfolgen, was bei der praktischen Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens von erheblicher Bedeutung ist. Bei hohen Drehzahlen und entsprechend großen Ventilhüben empfiehlt es sich, den Druck im hydraulischen Teil der elektrohydraulischen Steuerung anzuheben, sodass schnelle Steuerbewegungen der Einlassventile und der Auslassventile möglich sind.

Alternativ kann die Steuerung der Einlassventile und der Auslassventile auch elektromagnetisch erfolgen.

Der Übergang des Betriebs der Brennkraftmaschine zu der normalen Zündfolge kann entweder in Abhängigkeit einer bestimmten Drehzahl oder einer bestimmten Zahl von Umdrehungen der Kurbelwelle erfolgen.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist sowohl für Otto-Motoren als auch für Dieselmotoren geeignet.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Zeichnung, deren Beschreibungen und den Patentansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

Es zeigen:

WO 03/019003

PCT/DE02/02121

- 4 -

Figur 1: die Kurbelwelle eines 4-Zylinder-Reihenmotors in schematischer Darstellung und

Figur 2: ein Blockschaltbild eines elektrohydraulisch angesteuerten Anlassventils

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist eine Kurbelwelle 1 eines 4-Zylinder-Reihenmotors schematisch dargestellt. Die Kurbelwelle 1 ist in drei Lagern 3 gelagert und weist die Hubzapfen I, II, III und IV auf. Aus Figur 1 ist erkennbar, dass die Hubzapfen I und IV, sowie II und III sich in die gleiche Richtung erstrecken. Infolgedessen haben die Kolben (nicht dargestellt), welche über ebenfalls nicht dargestellte Pleuel mit den Hubzapfen I und IV verbunden sind, die gleiche Stellung. Gleiches gilt für die ebenfalls nicht dargestellten Kolben, welche mit den Hubzapfen II und III verbunden sind.

Im Normalbetrieb einer solchen Brennkraftmaschine werden die zum Hubzapfen I und zum Hubzapfen IV gehörenden Kolben um  $360^\circ$  phasenverschoben betrieben. Gleiches gilt für die Kolben der Hubzapfen II und III. Dadurch wird ein runder Motorlauf erreicht.

Um ein besseres Startverhalten zu erreichen, können jedoch beinockenwellenlosen Brennkraftmaschinen beim Start beispielsweise die Kolben der Hubzapfen I und IV synchron betrieben werden und zwar so, dass unmittelbar nach dem Erreichen des oberen Totpunkts die Einlassventile beider zu den Kolben gehörenden Zylinder geöffnet werden und somit zum frühest möglichen Zeitpunkt ein Arbeitstakt von zwei Kolben der Brennkraftmaschine ermöglicht wird. Dadurch wird ein schnellstmöglicher Drehmomentaufbau und somit ein verbessertes Startverhalten der Brennkraftmaschine

WO 03/019003

PCT/DE02/02121

- 5 -

erreicht. Gleiches gilt entsprechend für die mit dem Hubzapfen II und III verbundenen Kolben. Ein entsprechendes Verfahren zum Starten einer mehrzylindrischen Brennkraftmaschine kann auch bei Motoren mit einer anderen Zylinderanzahl oder einer anderen Anordnung der Zylinder (V-Motoren, W-Motoren) erreicht werden.

Bei Motorenbauarten, bei denen Kolben verschiedener Zylinder nicht die gleiche Stellung einnehmen (Sternmotoren), kann das erfindungsgemäße Verfahren ebenfalls angewandt werden. In diesem Fall wird jeder Zylinder, der den OT erreicht hat, so angesteuert, dass ein Ansaugtakt stattfindet. Somit ist durch die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens auf diese Motoren ebenfalls ein schnellstmöglicher Drehmomentaufbau und somit ein verbessertes Startverhalten realisierbar.

In Figur 2 ist ein Einlassventil 5 dargestellt, welches über einen doppelt wirkenden Hydraulikzylinder 7 gesteuert wird. Die Arbeitsräume 9 und 11 des Hydraulikzylinders 7 werden über hydraulische Leitungen 13 und eine Pumpe 15 mit unter Druck stehendem Hydraulikfluid versorgt. Gesteuert wird der Förderstrom der Pumpe 15 durch ein erstes Schaltventil 17 und ein zweites Schaltventil 19. Erstes Schaltventil 17 und zweites Schaltventil 19 sind in dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 als Magnetventile ausgebildet. Allerdings können auch andere Bauarten zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingesetzt werden.

Durch die Zeiten, zu denen erstes Schaltventil 17 und zweites Schaltventil 19 angesteuert werden und durch eine Steuerung des Drucks der Pumpe 15 auf der Förderseite können Ventilhub und die Dynamik des Öffnens bzw. Schließens des Einlassventils 5 in weiten Grenzen den

WO 03/019003

PCT/DE02/02121

- 6 -

Erfordernissen der Brennkraftmaschine (nicht dargestellt) angepasst werden. Dadurch kann, je nach den Betriebsbedingungen und Umgebungsbedingungen der Brennkraftmaschine, eine optimale Ansteuerung des Einlassventils 5 erfolgen, was zu einem weiter verbesserten Startverhalten der Brennkraftmaschine beiträgt. Gleiches gilt in entsprechender Weise für die nicht dargestellten Auslassventile der ebenfalls nicht dargestellten Brennkraftmaschine.

Gesteuert werden erstes Schaltventil 17, zweites Schaltventil 19 und die Pumpe 15 durch ein Steuergerät, welches in Figur 2 nicht dargestellt ist.

Bei abgeschaltetem Motor sind die Ein- und Auslassventile der Brennkraftmaschine geschlossen. Mit Betätigen des Anlassers können die Einlassventile sofort nach dem Erreichen des OT geöffnet werden und somit ein Ansaugtakt durchlaufen werden. Um eine möglichst gute Gemischaufbereitung zu erzielen, ist eine hohe Strömungsgeschwindigkeit der Luft durch das Einlassventil anzustreben. Wegen der niedrigen Drehzahl während des Startvorgangs und der damit geringen Geschwindigkeit des Kolbens beim Ansaugen ist es wünschenswert, während des Startvorgangs einen sehr geringen Ventilhub des Einlassventils 5 zu realisieren. Dies kann durch entsprechend kurzes Ansteuern von erstem Schaltventil 17 und zweitem Schaltventil 19 erfolgen. Durch eine Steuerung des Förderdrucks der Pumpe 15 hin zu niedrigen Werten können kleine Ventilhub mit noch größerer Genauigkeit angesteuert werden. Somit ergibt sich durch die zur Verfügung stehenden Freiheitsgrade bei der Steuerung des Einlassventils 5 (Öffnungszeitpunkt, Öffnungsdauer, Ventilhub und Dynamik der Steuerbewegung des Einlassventils 5) ein weiter verbessertes Startverhalten der Mehrzylinderbrennkraftmaschine.



WO 03/019003

PCT/DE02/02121

- 7 -

### Ansprüche

1. Verfahren zum Starten einer Mehrzylinderbrennkraftmaschine, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
  - Erfassen der Stellung der Kolben und der Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle,
  - Berechnen des Ventilhubes und/oder der Steuerzeiten der Einlassventile (5) in Abhängigkeit der Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle,
  - Öffnen der Einlassventile (5) derjenigen Zylinder deren Kolben sich im oberen Totpunkt befinden,
  - Schließen der Einlassventile (5) nach Beendigung des Ansaugtakts,
  - Zünden des Brennstoff-Luftgemischs nach der Beendigung des Verdichtungtakts und
  - Öffnen der Auslaßventile nach Beendigung des Arbeittakts.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung der Einlaßventile (5) und der Auslaßventile elektrohydraulisch erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Steuerung der Einlaßventile (5) und der Auslaßventile auch der Druck im hydraulischen Teil der elektrohydraulischen Steuerung gesteuert wird.

WO 03/019003

PCT/DE02/02121

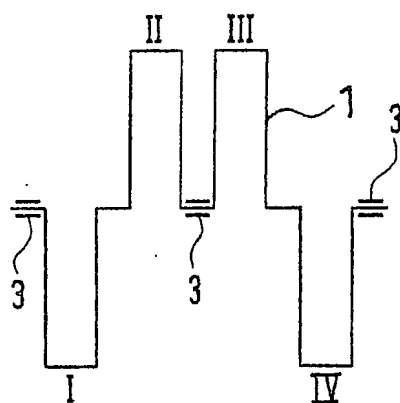
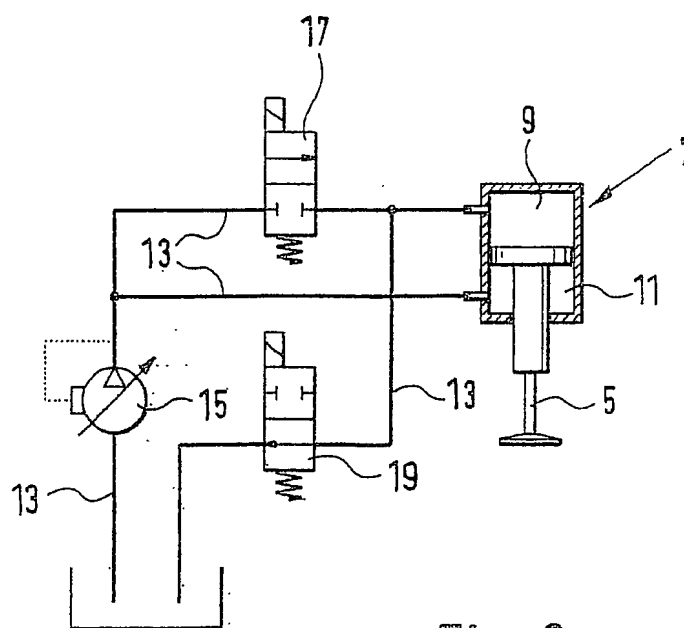
- 8 -

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung der Einlaßventile (5) und der Auslaßventile elektromagnetisch erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach Erreichen einer bestimmten Drehzahl oder nach einer bestimmten Zahl von Umdrehungen der Kurbelwelle die normale Zündfolge wieder hergestellt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkraftmaschine ein Otto-Motor oder ein Diesel-Motor ist.

WO 03/019003

PCT/DE02/02121

1 / 1

*Fig. 1**Fig. 2*

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 02/02121

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F02N17/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02N F01L F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 23, 10 February 2001 (2001-02-10) -& JP 2001 159353 A (NISSAN MOTOR CO LTD), 12 June 2001 (2001-06-12) abstract; figure ---	1, 4-6
A	DE 198 50 142 C (CINTINENTAL ISAD ELECTRONIC SYSTEMS) 25 May 2000 (2000-05-25) column 4, line 43 - line 67; claims; figures ---	1, 2, 4, 6
A	US 5 251 590 A (FALETTI ET AL.) 12 October 1993 (1993-10-12) claims; figures -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 October 2002

Date of mailing of the international search report

04/11/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kooijman, F

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 02/02121

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2001159353	A	12-06-2001	NONE	
DE 19850142	C	25-05-2000	DE 19850142 C1 WO 0026534 A1	25-05-2000 11-05-2000
US 5251590	A	12-10-1993	BR 9305522 A CN 1080691 A DE 69304881 D1 DE 69304881 T2 EP 0605671 A1 JP 6509624 T WO 9324741 A1	20-12-1994 12-01-1994 24-10-1996 06-02-1997 13-07-1994 27-10-1994 09-12-1993